

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-288085

(43)Date of publication of application : 27.10.1998

(51)Int.Cl.

F02F 3/00
 F02F 3/00
 F02F 3/00
 B22F 5/12
 C22C 1/10
 C22C 21/00
 C22C 21/02
 C22C 32/00
 F16J 1/01
 F16J 1/02
 F16J 1/16

(21)Application number : 09-108170

(71)Applicant : YAMAHA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 10.04.1997

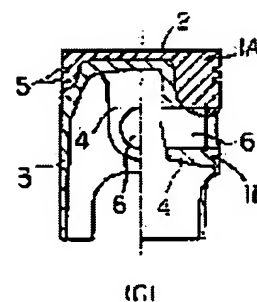
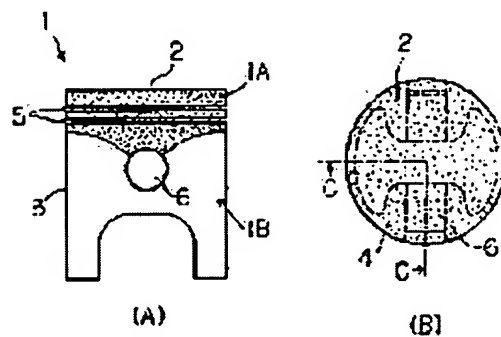
(72)Inventor : KOIKE TOSHIKATSU
 MIYAZAWA KAZUO

(54) PISTON FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To cast a reinforcing member in a pin boss part, so as to prevent lightening of weight from being obstructed in a piston main body, improve strength and wear resistance of a pin hole part serving as a slide contact surface of a piston pin, in a piston for an internal combustion engine.

SOLUTION: In a piston for an internal combustion engine with a piston main body 1 constituted by materials 1A, 1B of different strength, the piston main body 1 is primarily molded by forging a compound material consisting of the piston base material 1B and the material 1A of strength higher than that, so as to constitute at least partly a pin hole part 6 of the piston main unit 1, serving as a slide contact part of a piston pin, by the material 1A of high strength.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.01.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-288085

(43)公開日 平成10年(1998)10月27日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	F I	
F 0 2 F 3/00	3 0 1	F 0 2 F 3/00	Z
	3 0 2		3 0 1 B
B 2 2 F 5/12		C 2 2 C 1/10	3 0 2 Z
C 2 2 C 1/10		21/00	J
			E
審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 10 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願平9-108170

(22)出願日 平成9年(1997)4月10日

(71)出願人 000010076

ヤマハ発動機株式会社

静岡県磐田市新貝2500番地

(72)発明者 小池 俊勝

静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機
株式会社内

(72)発明者 宮澤 一夫

静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機
株式会社内

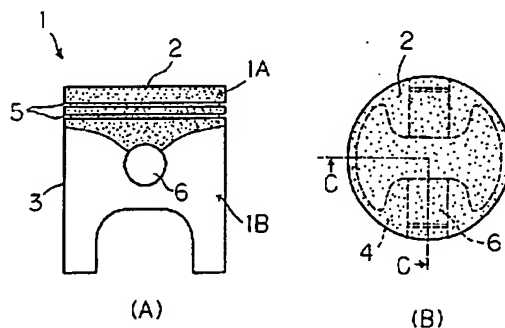
(74)代理人 弁理士 山口 允彦

(54)【発明の名称】 内燃機関用ピストン

(57)【要約】

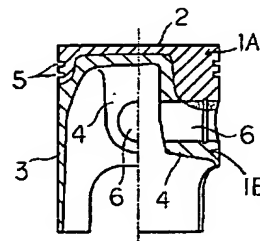
【課題】 内燃機関用ピストンにおいて、ピンボス部に補強部材を鋳込むことでピストン本体の軽量化を妨げるようなことなく、ピストンピンの摺接面となるピン孔部の強度や耐摩耗性を向上させる。

【解決手段】 強度の異なる材質1A、1Bによりピストン本体1が構成されている内燃機関用のピストンにおいて、ピストン本体1を、ピストン母材1Bとそれよりも強度の高い材質1Aとからなる複合素材を鍛造で一次成形することにより、ピストンピンの摺接面となるピストン本体1のピン孔部6の少なくとも一部分を、該強度の高い材質1Aにより構成する。



(A)

(B)



(C)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 強度の異なる材質によりピストン本体が構成されている内燃機関用のピストンにおいて、ピストン本体が、ピストン母材とそれよりも強度の高い材質とからなる複合素材を鍛造で一次成形することにより形成されたものであり、それによって、ピストンピンの摺接面となるピストン本体のピン孔部の少なくとも一部分が、該強度の高い材質により構成されていることを特徴とする内燃機関用ピストン。

【請求項2】 強度の高い材質が、シリコン(Si)を10～22重量%の範囲で含み、初晶シリコンの平均粒径が10μm以下であるような、急冷凝固粉末を固化したアルミ合金からなるものであることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関用ピストン。

【請求項3】 強度の高い材質が、シリコン(Si)よりも硬い非金属成分粒子を、平均粒径が10μm以下の状態で、1～10重量%の範囲で含むような、急冷凝固粉末を固化したアルミ合金からなるものであることを特徴とする請求項2に記載の内燃機関用ピストン。

【請求項4】 シリコン(Si)よりも硬い成分粒子が、炭化シリコン(SiC)、酸化アルミニウム(Al₂O₃)、窒化アルミニウム(AlN)のうちの何れか一つあるいは複数からなることを特徴とする請求項3に記載の内燃機関用ピストン。

【請求項5】 強度の高い材質が、鉄(Fe)を1～10重量%の範囲で含み、その化合物の平均粒径が10μm以下であるような、急冷凝固粉末を固化したアルミ合金からなるものであることを特徴とする請求項2乃至4に記載の内燃機関用ピストン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、2サイクルや4サイクルのガソリンエンジンおよびディーゼルエンジン等のレシプロエンジンに使用される内燃機関用ピストンに関する。

【0002】

【従来の技術】2サイクルや4サイクルのガソリンエンジンおよびディーゼルエンジンのようなレシプロエンジンに使用される内燃機関用ピストンでは、エンジンの高出力化に対応して、高温での強度や耐摩耗性の向上が求められると共に、ピストンの往復慣性力を小さくして出力増大やエンジン振動の低減を図るために一層の軽量化が求められることから、その材質については、材質自体が軽量であり、且つ、薄肉に成形することが可能で、しかも、薄肉に成形しても高温で永久変形が少なく、高温での強度や耐摩耗性の高いことが要求されている。

【0003】そのようなピストンの材質としては、従来、例えば、軽量のアルミニウム(Al)を基材として、耐摩耗性や耐焼付性を高めるためにシリコン(Si)を添加すると共に、強度を高めるために銅(Cu)

およびマグネシウム(Mg)を添加したようなアルミ合金が使用されており、そのようなアルミ合金を一般的には鋳造加工することによって、ピストン本体の一次成形品が製造されている。

【0004】そして、そのようなアルミ合金からなる内燃機関用ピストンでは、エンジン運転時におけるコンロッドからの反力が、ピストンピンからピストン本体のピン孔部に作用することで、ピストンピンの摺接面となるピン孔部の周りがへたって(塑性変形して)しまい、それによりガタつきが発生してピストンの破損を招く虞もあることから、ピストン本体のピンボス部に高強度部材を鋳込むことでピン孔部を補強するということが従来から行われている。

【0005】一方、レシプロエンジンに使用される内燃機関用ピストンでは、燃焼室に露出するヘッド部では特に高い耐熱性が要求され、シリンダ内面に摺接するスカート部では特に高い耐摩耗性が要求されること、および、材料費の節約や軽量化などから、ピストン本体の全体を同じ材質で一様に強化するのではなく、部分的に材質を変えて複合的にピストン本体を形成するということが従来から様々に提案されている。(例えば、特開昭63-126661号公報、実開平2-107749号公報、特開平3-267552号公報、特開平5-320788号公報等参照。)

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のような従来の内燃機関用ピストンでは、ピストン本体のピン孔部を補強する場合には、ピンボス部に高強度部材を鋳込むため、ピンボス部を大きくすることが必要となり、ピンボス部を小さくしてピストン本体の軽量化を図るというのに不都合なものとなると共に、鋳込みのためにピストン母材と高強度部材との接合強度も充分にとれないという問題がある。

【0007】一方、部分的に材質を変えて複合的にピストン本体を形成したようなものでは、従来、摩擦溶接や溶接肉盛り等の製造上の制約により、ヘッド部とリング溝部(あるいは、リング溝部のみ)の部分が強度の高い材質となるように構成され、ピンボス部はピストン母材のままとしているため、ピストンピンの摺接面となるピン孔部では、ヘッド部からの熱の流入により高温となるにもかかわらず、高温での強度や耐摩耗性が特に向上されてはいない。

【0008】本発明は、上記のような問題を解消するために、内燃機関用ピストンにおいて、ピンボス部に補強部材を鋳込むことでピストン本体の軽量化を妨げるようなことなく、ピストンピンの摺接面となるピン孔部の強度や耐摩耗性を向上させることを課題とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記のような

課題を解決するために、上記の請求項1に記載したように、強度の異なる材質によりピストン本体が構成されている内燃機関用のピストンにおいて、ピストン本体が、ピストン母材とそれよりも強度の高い材質とからなる複合素材を鍛造で一次成形することにより形成されたものであり、それによって、ピストンピンの摺接面となるピストン本体のピン孔部の少なくとも一部分が、該強度の高い材質により構成されていることを特徴とするものである。

【0010】また、上記の請求項1に記載した内燃機関用ピストンにおいて、上記の請求項2に記載したように、強度の高い材質が、シリコン(Si)を10~22重量%の範囲で含み、初晶シリコンの平均粒径が10μm以下であるような、急冷凝固粉末を固化したアルミ合金からなるものであることを特徴とするものである。

【0011】また、上記の請求項2に記載した内燃機関用ピストンにおいて、上記の請求項3に記載したように、強度の高い材質が、シリコン(Si)よりも硬い非金属材料粒子を、平均粒径が10μm以下の状態で、1~10重量%の範囲で含むような、急冷凝固粉末を固化したアルミ合金からなるものであることを特徴とするものである。

【0012】また、上記の請求項3に記載した内燃機関用ピストンにおいて、上記の請求項4に記載したように、シリコン(Si)よりも硬い成分粒子が、炭化シリコン(SiC)、酸化アルミニウム(Al₂O₃)、窒化アルミニウム(AlN)のうちの何れか一つあるいは複数からなることを特徴とするものである。

【0013】さらに、上記の請求項2乃至4に記載した内燃機関用ピストンにおいて、上記の請求項5に記載したように、強度の高い材質が、鉄(Fe)を1~10重量%の範囲で含み、その化合物の平均粒径が10μm以下であるような、急冷凝固粉末を固化したアルミ合金からなるものであることを特徴とするものである。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の内燃機関用ピストンの実施形態について、図面に基づいて説明する。

【0015】図1は、本発明の内燃機関用ピストンの一実施形態に係るピストン本体を示すもので、(A)は、ピン孔の軸線方向から見た側面を示し、(B)は、上方から見たヘッド部の上面を示し、(C)は、図(B)のC-C線に沿った縦断面を示している。

【0016】ピストン本体1は、燃焼室に上面が露出するヘッド部2と、シリンダ内面に側面が摺接するスカート部3が、ピンボス部4のある側では肉厚が厚くなり、ピンボス部4のない側ではピンボス部4よりも下方に向かって肉厚が徐々に薄くなるように、厚い円板状のピストン素材から鍛造により一次成形されてから、不要な部分を削り落としたりリング溝部5やピン孔部6を形成する等の機械加工処理を施し、更に必要に応じてメッキ等の

表面処理を施すことで、最終製品として仕上げられているものである。

【0017】このピストン本体1は、鍛造により境界面で一体的に接合された強度の異なる2種の材質1A、1Bにより全体が構成されていて、本実施形態では、強度の高い材質1Aが、ヘッド部2の上面側からリング溝部5を占めるように分布し、それよりも強度の低い材質1Bが、ヘッド部2の裏面側からスカート部3を占めるように分布すると共に、強度の高い材質1Aが、リング溝部5よりも下側のピンボス部4の上部にまで延びて、該ピンボス部4に穿設されたピン孔部6の上側の一部が強度の高い材質1Aとなるように構成されている。

【0018】そのような本実施形態のピストン本体1は、図2に示すような、強度の異なる2種の材質1A、1Bを単に重ね置きするか、外径の小さな素材を一次鍛造して捻ねることにより境界の酸化皮膜を破壊して材質1A、1Bを直接圧着させた複合ピストン素材10から、図4(A)、(B)に示すように、鍛造により一次成形されるものであり、その結果、ピストン本体1では、強度の高い材質1Aと、それよりも強度の低い材質1Bとが、鍛造により接合界面が延びることで、酸化皮膜ではなくそれぞれの材質が直接圧着する面積を増加させることにより、鍛造前よりも強固に一体化された状態となっている。

【0019】図4(A)、(B)に示すような、複合ピストン素材10からのピストン一次成形品の鍛造については、250~450℃の間に制御した状態で予熱した下型22と、同じく250~450℃の間に制御した状態で予熱した上型(パンチ)21とで鍛造するものであり、このように制御された温度に予熱された上型21と下型22を用いた熱間鍛造によれば、アルミ合金の延性を充分に利用して、寸法精度良くピストン本体の一次成形品を成形することができる。

【0020】ところで、上記のようなピストン本体1を構成する強度の高い材質1Aとして、本実施形態では、例えば、アルミニウム(Al)を基材として、全体中に、シリコン(Si)を10~22重量%、鉄(Fe)を1~10重量%、銅(Cu)を0.5~5重量%、マグネシウム(Mg)を0.5~5重量%、マンガン(Mn)を1重量%以下、ニッケル(Ni)を1重量%以下、クロム(Cr)を1重量%以下、ジルコニウム(Zr)を2重量%以下、モリブデン(Mo)を1重量%以下の範囲で含むような、急冷凝固粉末を固化したアルミ合金が使用されている。

【0021】その具体例としては、シリコン(Si)を17重量%、鉄(Fe)を5重量%、銅(Cu)を1重量%、マグネシウム(Mg)を0.5重量%、マンガン(Mn)を0.01重量%、ニッケル(Ni)を0.01重量%、クロム(Cr)を0.01重量%、ジルコニウム(Zr)を1重量%、モリブデン(Mo)を0.0

1重量%含むような急冷凝固粉末アルミ合金がある。

【0022】また、本実施形態では、強度の高い材質1Aの他の例として、アルミニウム(Al)を基材として、全体中に、シリコン(Si)を10~22重量%、鉄(Fe)を1~10重量%、銅(Cu)を0.5~5重量%、マグネシウム(Mg)を0.5~5重量%、マンガン(Mn)を1重量%以下、ニッケル(Ni)を1重量%以下、クロム(Cr)を1重量%以下、ジルコニウム(Zr)を2重量%以下、モリブデン(Mo)を1重量%以下の範囲で含むと共に、更に耐摩耗性を高めるために、シリコン(Si)よりも硬い成分である炭化シリコン(SiC)を1~10重量%の範囲で含むような、急冷凝固粉末を固化したアルミ合金が使用されている。

【0023】その具体例としては、シリコン(Si)を17重量%、鉄(Fe)を5重量%、銅(Cu)を1重量%、マグネシウム(Mg)を0.5重量%、マンガン(Mn)を0.01重量%、ニッケル(Ni)を0.01重量%、クロム(Cr)を0.01重量%、ジルコニウム(Zr)を1重量%、モリブデン(Mo)を0.01重量%含むと共に、更に、炭化シリコン(SiC)を5重量%含むような急冷凝固粉末アルミ合金がある。

【0024】なお、上記のような強度の高い材質1Aの各例において、シリコン(Si)や炭化シリコン(SiC)は、金属組織中に硬質の粒子を存在させることで耐摩耗性および耐焼付性を高めるために添加されているものであり、鉄(Fe)は、金属組織を分散強化して200℃以上で高い強度を得るために添加されているものであり、また、銅(Cu)およびマグネシウム(Mg)は、200℃以下での強度を高めるために添加されているものであって、その添加量については、上記の範囲外では所望の耐摩耗性や耐焼付性および高温での必要な強度を得ることができない。

【0025】上記のような強度の高い材質1Aに対して、それと共にピストン本体1を構成する強度の低い材質1Bとして、本実施形態では、従来から使用されている鑄造を前提とした溶製材(連続鑄造材)のアルミ合金、すなわち、アルミニウム(Al)を基材として、全体中に、シリコン(Si)を10~22重量%、鉄(Fe)を1重量%以下、銅(Cu)を0.5~5重量%、マグネシウム(Mg)を0.5~2重量%、マンガン(Mn)を1重量%以下、ニッケル(Ni)を1重量%以下、クロム(Cr)を1重量%以下の範囲で含むような溶製材(連続鑄造材)のアルミ合金が使用されている。

【0026】その具体例としては、シリコン(Si)を12重量%、鉄(Fe)を0.2重量%、銅(Cu)を4重量%、マグネシウム(Mg)を1重量%、マンガン(Mn)を0.1重量%、ニッケル(Ni)を0.1重量%、クロム(Cr)を0.1重量%含むような溶製材

のアルミ合金がある。

【0027】なお、強度の高い材質1Aの各例として示した上記の急冷凝固粉末アルミ合金については、例えば、アルミ合金のインゴットを、約700℃以上で溶解してから霧状に散布し、冷却速度100℃/sec以上で急激に冷やして凝固させることで、平均粒径が約100μm程度の急冷凝固粉末(パウダーメタル)とし、該アルミ合金の急冷凝固粉末に必要な構成成分の粉末を混入してから、本実施形態では、図3に示すように、該粉末を400~500℃に加熱して押し出すことで丸棒状に固化してから所定の大きさに切断することで、図2に示すような複合ピストン素材10の円板状の材質1Aとされるものである。

【0028】そのような本実施形態で使用されている強度の高い材質1Aの各例については、何れも、平均粒径が約100μm程度に粉末化されたアルミ合金中に、シリコン(Si)や鉄(Fe)等の各構成成分が、平均粒径が10μm以下の微細化された状態で分散されたものとなっている。

【0029】そのため、例えば、シリコン(Si)については、初晶シリコンの平均粒径が10μm以下の微細化された状態でアルミ合金組織中に分散されていることで、ピストン本体1の一次成形品を鍛造で成形する際に、材質1Aが薄く引き延ばされるように鍛造されても、シリコン(Si)の粒子が割れて当該部分からクラックが発生するようなことが無く、その結果、鍛造されたピストン本体1の疲労強度が高いものとなっている。

【0030】また、炭化シリコン(SiC)を含有させた例については、炭化シリコン(SiC)が微細化された状態でアルミ合金組織中に均等に分散されていることにより、高い耐摩耗性を得ることができるものとなっている。

【0031】また、鉄(Fe)については、微細化され分散された状態の鉄(Fe)を含む急冷凝固粉末アルミ合金を鍛造により成形することで、鉄の粗大な化合物の形成が阻止され、応力集中の原因となる鉄分の粗大化合物のない均一な金属組織が得られるため、通常の鑄造工程によりピストン本体を一次成形する場合よりも鉄(Fe)を多く添加することが可能となって、高温での強度が高い合金を得ることが可能となる。

【0032】これに対して、通常の鑄造工程によりピストン本体の一次成形を行う場合には、材質となるアルミ合金中に鉄成分が多く添加されていると、鑄造後の冷却により合金中に鉄の粗大な化合物が形成されて強度の低下を招くこととなる。

【0033】さらに、その他の構成成分についても、アルミ合金粉末中に微細な粉末として含有され、そのようなアルミ合金粉末が成形固化や鍛造を経て緻密な結晶組織となることで、該構成成分により結晶粒境での応力集中による強度低下をきたすようなことが無くなるため、

それによっても疲労強度が高められることとなる。

【0034】本実施形態で使用されている、上記の強度の高い材質1Aの各例と、それよりも強度の低い材質1Bの一例について、耐摩耗性および疲労強度についてそれぞれ比較試験を行った結果については以下の通りである。

【0035】すなわち、図13は、耐摩耗性を比較するために、強度の高い材質1Aの各例（SiCを含む例-A1、および、SiCを含まない例-A2）と、強度の低い材質1Bの一例（例-B）のそれぞれについて、試験温度250℃で、フレッチング摩耗試験（試験材質をローターとし、このローターを揺動させながら所定材質のライダーを繰り返し押し付けて、接触面の摩耗痕の面積を摩耗量とする）を行った結果を示すもので、これによって材質1A（例-A1、および、例-A2）の何れについても、材質1B（例-B）と比べて、高温で高い耐摩耗性を有することが示されている。

【0036】また、図14は、疲労強度を比較するために、強度の高い材質1Aの各例（SiCを含む例-A1、および、SiCを含まない例-A2）と、強度の低い材質1Bの一例（例-B）のそれぞれについて、25℃、150℃、250℃の各試験温度で、繰返し荷重による疲労試験（試験片に対して正弦波荷重を作用させ、正弦波の一周を単位に数えて破壊までの繰返し数を求めることで、疲労限度を示す）を行った結果を示すもので、これによって材質1A（例-A1、および、例-A2）の何れについても、材質1B（例-B）と比べて、全ての温度で高い疲労強度を有することが示されている。

【0037】上記のような本発明の内燃機関用ピストンの一実施形態（第1実施形態）に対して、図5および図9は、本発明の内燃機関用ピストンの他の実施形態（第2実施形態および第3実施形態）を示すもので、それらの各実施形態（第2実施形態および第3実施形態）は、何れも、上記の実施形態（第1実施形態）に各例として示したものと同一材質1A、1Bを使用したもので、ピストン本体1における材質1A、1Bの分布状態が上記の実施形態（第1実施形態）とは異なるものである。

【0038】すなわち、本発明の第2実施形態では、図5に示すように、ピストン本体1において、強度の高い材質1Aが、ヘッド部2の周辺部からリング溝部5を占めるように分布し、それよりも強度の低い材質1Bが、ヘッド部2の中央部からスカート部3を占めるように分布すると共に、強度の高い材質1Aが、リング溝部5よりも下側のピンボス部4の上部にまで延びて、該ピンボス部4に穿設されたピン孔部6の上側の一部が強度の高い材質1Aとなるように構成されている。

【0039】そのような第2実施形態のピストン本体1は、図6に示すような、強度の異なる2種の材質1A、1Bからなる複合ピストン素材10を、図8に示すよう

に、250～450℃の間に制御した状態で予熱した下型22と、同じく250～450℃の間に制御した状態で予熱した上型（パンチ）21とによる熱間鍛造により一次成形品に成形してから、不要部分を削り落としたりリング溝部5やピン孔部6を形成する等の機械加工処理を施し、更に必要に応じてメッキ等の表面処理を施すことで、最終製品として仕上げられている。

【0040】なお、図6に示すような複合ピストン素材10については、図7に示すように、アルミ合金の急冷凝固粉末（各構成成分の粉末を含む）を加熱して中空棒状に押し出すことで固形化してから、所定の大きさに切断することでリング状の材質1Aを形成し、これを材質1Bと嵌合させることで形成されるものであり、この嵌合については、締代を持った締まり嵌めが良いが、中間嵌め、あるいは隙間嵌めでも、鍛造により嵌合界面に法線方向の面圧が発生しつつ嵌合界面が延びることによって、材質1A、材質1Bともに表面の酸化皮膜が破壊されて、材質1A、材質1Bが直接圧着されることにより接合することとなる。

【0041】また、本発明の第3実施形態では、図9に示すように、ピストン本体1において、強度の高い材質1Aが、ヘッド部2の周辺部からリング溝部5とピンボス部4の外側とスカート部3を占めるようにピストン本体1の周辺側に分布し、それよりも強度の低い材質1Bが、ヘッド部2の中央部からピンボス部4の内側を占めるようにピストン本体1の軸心側に分布していることで、ピンボス部4に穿設されたピン孔部6の外寄り部分の全周が強度の高い材質1Aとなるように構成されている。

【0042】そのような第3実施形態のピストン本体1は、図10に示すような、強度の異なる2種の材質1A、1Bからなる複合ピストン素材10を、図12に示すように、250～450℃の間に制御した状態で予熱した下型22と、同じく250～450℃の間に制御した状態で予熱した上型（パンチ）21とによる熱間鍛造により一次成形品に成形してから、不要部分を削り落としたりリング溝部5やピン孔部6を形成する等の機械加工処理を施し、更に必要に応じてメッキ等の表面処理を施すことで、最終製品として仕上げられている。

【0043】なお、図10に示すような複合ピストン素材10については、図11に示すように、溶製材のアルミ合金を加熱しつつ丸棒状に押し出すと共に、該溶製材アルミ合金の丸棒の周囲を覆うように、アルミ合金の急冷凝固粉末（各構成成分の粉末を含む）を加熱しつつ押し出すことで、両者を一体的に固形化してから、そのような中心部と外周部で材質が異なる複合体の円柱を所定の大きさに切断することにより形成されるものである。

【0044】以上に述べたような本発明の内燃機関用ピストンの各実施形態によれば、ピストンピンの摺接面となるピン孔部6の部分が、強度の高い材質1Aにより構

成されているため、ピンボス部4に特に補強部材を鑄込むようなことなく、ピン孔部6の強度や耐摩耗性を向上させることができる。

【0045】なお、上記の各実施形態で使用されている材質1Aについては、材質1Bと比較して、炭化シリコン(SiC)や鉄(Fe)を混合していること、シリコン(Si)の含有量が多いこと、多種の成分を成分割合を管理しつつ混合する必要があること、特殊な構成成分であること等により、材料単価が高くなっているため、ピストン一個当たりの使用割合を節減する必要があると共に、材質1Bと比較して、比重の大きい成分元素の割合が多く、合金としての比重が大きくなるので、ピストン本体の軽量化のためにも、ピストン一個当たりの使用割合を節減する必要がある。

【0046】この点に関して、上記の各実施形態では、ピン孔部6のまわりのみを材質1Aとすることにより、材料費を節減でき、しかも、ピストン本体1の軽量化が可能となり、また、第1実施形態では、爆発燃焼時のコンロッド反力やピストンの上昇行程時のコンロッド側からの作用力が作用するピン孔部6のうちのヘッド部2側と、ヘッド部2の外周部を材質1Aとしていることによって、ピストン本体1の軽量化を図りつつ、リング溝部5まわり、およびピン孔部6まわりの剛性、強度を高めることができる。

【0047】また、上記の各実施形態では、リング溝部5の付近からヘッド部2にかかるトップランドの部分、強度の高い材質1Aにより形成されているため、爆発燃焼時のコンロッドの反力やピストンスラップ等によりピストン本体1がピストンピン回りに揺動して、トップランドがシリンダ壁に強く押し付けられても、その力に充分に耐えることができる。

【0048】そして、そのようにトップランドが高い強度を有することにより、トップランドの部分を小さくすることができ、それによって、トップランドとシリンダ壁との隙間に残留する排気ガス量を減少させることができ、その結果、HCを減らすことができる。

【0049】なお、上記の第2実施形態では、ヘッド部2の上面に作用する爆発燃焼圧力により、ヘッド部2に発生する内部応力や内部歪みが、ヘッド部2の中央部よりも外周部で大きくなる点に着目して、ヘッド部2の外周部のみを材質1Aとしていることで、ピストン本体1のより一層の軽量化が可能となっている。

【0050】また、上記の各実施形態では、強度の高い材質1Aとして、上記の各例として示したような構成成分の急冷凝固粉末アルミ合金が使用されているため、該材質1Aの耐摩耗性や耐焼付性により、ピストン本体1の寿命を延ばすことができ、また、該材質1Aの熱膨張係数が小さいことにより、ピストン本体1の熱変形を小さくすることができ、特に、上記の第3実施形態では、

スカート部3も材質1Aとなっているため、ピストン本体1の耐摩耗性をより確実に高めることができる。

【0051】また、上記の各実施形態では、熱伝導率の低い急冷凝固粉末アルミ合金が、強度の高い材質1Aとして使用されていることにより、燃焼室に上面が露出するヘッド部2からピン孔部6への熱の流入が減少し、ピン孔部6の温度が低減されるため、高温となるピストン本体1におけるピン孔部6の耐摩耗性が向上することとなる。

10 【0052】なお、上記の第2実施形態では、ヘッド部2の中央部からスカート部3を占めるように分布する強度の低い材質1Bとして、熱伝導率の高い溶製材のアルミ合金が使用されているため、該材質1Bを通してヘッド部2の熱をスカート部3から効率良くシリンダ壁に伝達することで、ヘッド部2の温度を下げて当該部分の熱強度が緩和される結果、ヘッド部2を薄肉化してピストン本体1を軽量化することができる。

20 【0053】また、上記の各実施形態では、ピストン本体1が、強度の異なる2種の材質1A、1Bを一体的に接合した、あるいは、単に重ね置きした複合ピストン素材10を鍛造することにより一次成形されていることから、ピストン本体1における材質1Aと材質1Bの接合界面が、鍛造によって延ばされることで、鍛造前よりも強固に一体化された状態とされている。

30 【0054】以上、本発明の内燃機関用ピストンの各実施形態について説明したが、本発明は、上記のような各実施形態にのみ限定されるものではなく、例えば、強度の異なる2種の材質1A、1Bについては、上記の各実施形態で例示したような具体的な各材質に限らず、それ以外の適当な材質を使用することにより実施することも可能であり、また、ピストン本体1を製造するための方法についても、上記の各実施形態で例示したような具体的な鍛造方法に限らず、それ以外の適当な方法により製造することも可能である。

【0055】

40 【発明の効果】以上説明したような本発明の内燃機関用ピストンによれば、ピンボス部を大きくしてピストン本体の軽量化を妨げるようなことなく、ピストンピンの摺接面となるピン孔部の強度や耐摩耗性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の内燃機関用ピストンの一実施形態(第1実施形態)に係るピストン本体を示す(A)側面図、(B)上面図、および(C)図BのC-C線に沿った縦断面図。

【図2】図1に示したピストン本体を製造するための素材を示す縦断面図。

50 【図3】図2に示した複合ピストン素材における強度の高い材質の部分成形するときの状態の一例を示す断面説明図。

【図4】図2に示した複合ピストン素材からピストン本体の一次成形品を鍛造するときの状態の一例を示す断面説明図。

【図5】本発明の内燃機関用ピストンの他の実施形態（第2実施形態）に係るピストン本体を示す（A）側面図、（B）上面図、および（C）図BのC-C線に沿った縦断面図。

【図6】図5に示したピストン本体を製造するための素材を示す縦断面図。

【図7】図6に示した複合ピストン素材における強度の10 高い材質の部分成形するときの状態の一例を示す断面説明図。

【図8】図6に示した複合ピストン素材からピストン本体の一次成形品を鍛造するときの状態の一例を示す断面説明図。

【図9】本発明の内燃機関用ピストンの更に他の実施形態（第3実施形態）に係るピストン本体を示す（A）側面図、（B）上面図、および（C）図BのC-C線に沿った縦断面図。

【図10】図9に示したピストン本体を製造するための20 素材を示す縦断面図。

*【図11】図10に示した複合ピストン素材を製造するときの状態の一例を示す断面説明図。

【図12】図10に示した複合ピストン素材からピストン本体の一次成形品を鍛造するときの状態の一例を示す断面説明図。

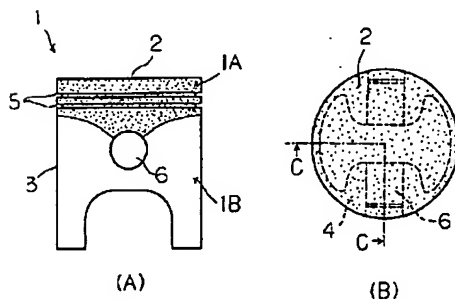
【図13】ピストン本体を構成する2種の材質について、強度の高い材質の各例（SiCを含む例-A1と、SiCを含まない例-A2）と、それよりも強度の低い材質の一例（例-B）とについて、材質による耐摩耗性の差異を示すグラフ。

【図14】ピストン本体を構成する2種の材質について、強度の高い材質の各例（SiCを含む例-A1と、SiCを含まない例-A2）と、それよりも強度の低い材質の一例（例-B）とについて、25℃、150℃、250℃の各温度において、材質による疲労強度の差異を示すグラフ。

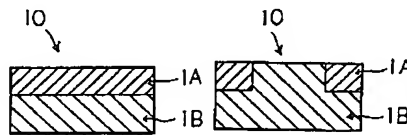
【符号の説明】

- | | |
|-----|-------------------|
| 1 | ピストン本体（内燃機関用ピストン） |
| 1A | 強度の高い材質 |
| 1B | 他の材質（強度の低い材質） |
| * 6 | ピン孔部 |

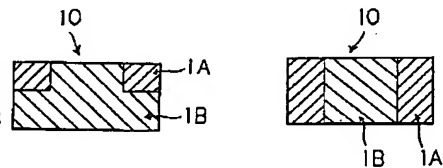
【図1】



【図2】

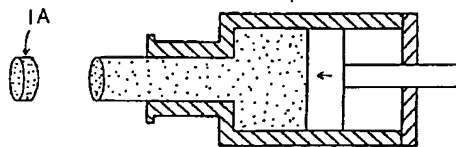


【図6】

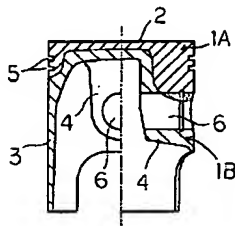


【図10】

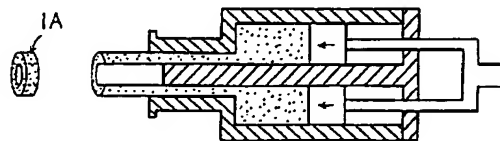
【図3】



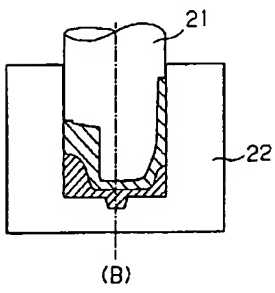
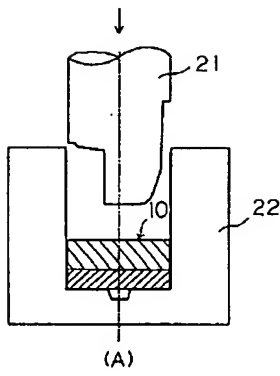
(C)



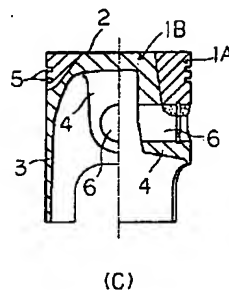
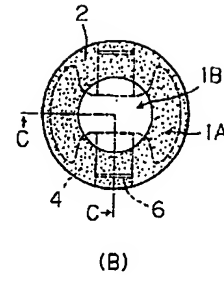
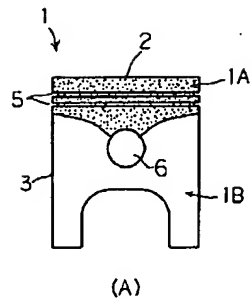
【図7】



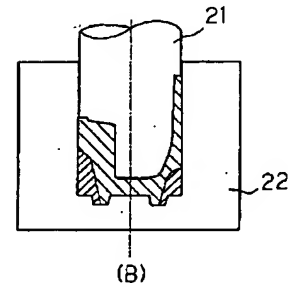
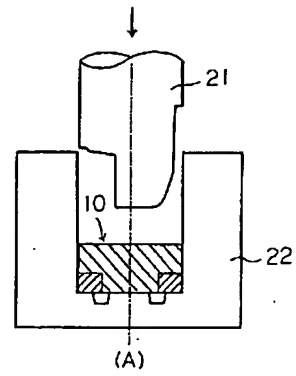
【図4】



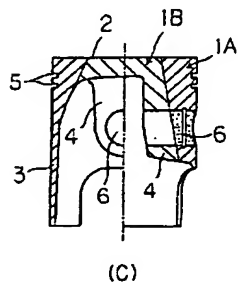
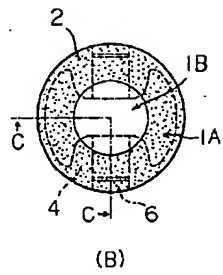
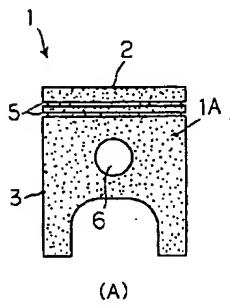
【図5】



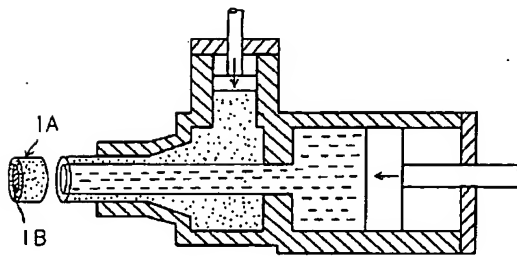
【図8】



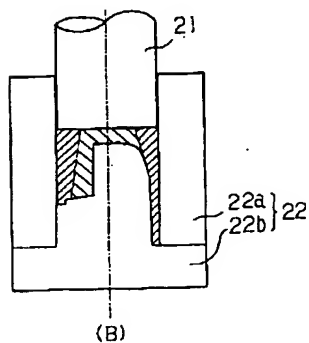
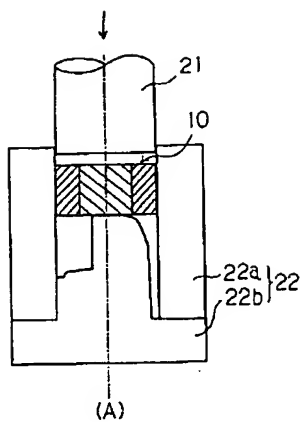
【図9】



【図11】

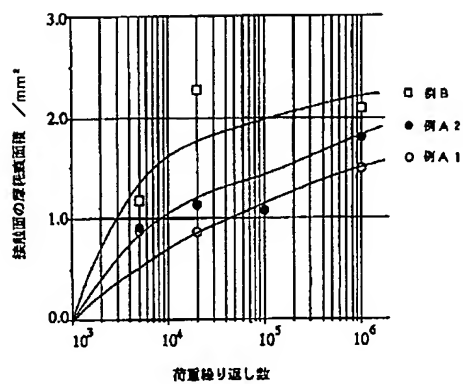


【図12】



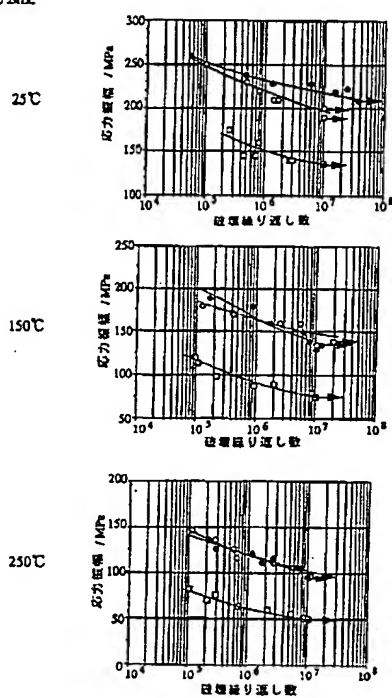
【図13】

材料による摩耗量の違い



【図14】

疲労強度



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁵

C 2 2 C 21/00

21/02

32/00

識別記号

F I

C 2 2 C 21/02

32/00

F 1 6 J 1/01

Q

(10)

特開平 1 0 - 2 8 8 0 8 5

F 1 6 J 1/01
 1/02
 1/16

 1/02
 1/16
B 2 2 F 5/00 B